

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
  - TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
  - FADED TEXT
  - ILLEGIBLE TEXT
  - SKEWED/SLANTED IMAGES
  - COLORED PHOTOS
-  • BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000241655  
PUBLICATION DATE : 08-09-00

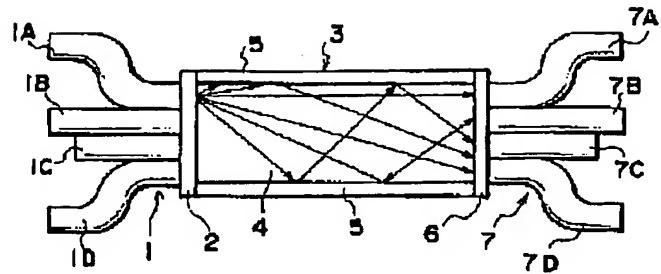
APPLICATION DATE : 18-02-99  
APPLICATION NUMBER : 11039813

APPLICANT : FUJI XEROX CO LTD;

INVENTOR : TAKANASHI TADASHI;

INT.CL. : G02B 6/28

TITLE : OPTICAL STAR COUPLER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make an optical loss low, and to reduce light returning to a luminescent element from which a signal light is emitted.

SOLUTION: An incident signal light getting incident from a luminescent element via an optical fiber 1A is transmitted through a transmitted light diffusion part 2 to be diffused, and made incident on an optical waveguide 3. One portion of the diffused signal light incident into the waveguide 3 is propagated to an end face opposite to an end face on which the signal light is made incident in a uniform optical intensity distribution while total-reflected in an interface between a core part 4 of the waveguide 3 and its clad part 5, made incident on a transmitted light diffusion part 6 to be diffused, and is propagated to optical fiber 7A-7D sides to be output from optical fibers 7A-7D.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-241655

(P2000-241655A)

(43) 公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 6/28

識別記号

F I

G 0 2 B 6/28

テ-マコト<sup>®</sup> (参考)

Q

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全5頁)

(21) 出願番号

特願平11-39813

(22) 出願日

平成11年2月18日(1999.2.18)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 経塚 信也

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 岡田 純二

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 100079049

弁理士 中島 淳 (外3名)

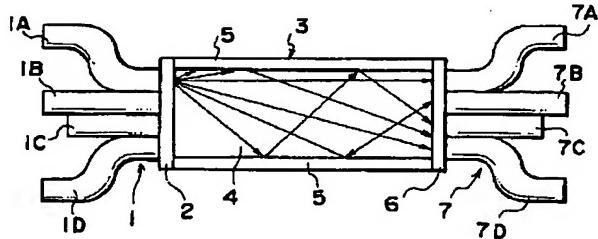
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光スターカプラ

(57) 【要約】

【課題】 低光損失にし、信号光を送出した発光素子への戻り光を低減させる。

【解決手段】 発光素子から光ファイバ1 Aを介して入射された信号光は、透過光拡散部2を透過して拡散され、光導波路3内に入射される。光導波路3内に入射された拡散信号光の一部は、光導波路3のコア部4とクラッド部5との界面で全反射されながら信号光が入射された端面と対向する端面へと端面全面に一様な光強度分布で伝播し、透過光拡散部6に入射され、拡散されて光ファイバ7 A～7 D側へ伝播され、各光ファイバ7 A～7 Dから出力される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】光導波路と該光導波路の両端面に設けられた透過光拡散部とから成る光導波手段と、一端が前記光導波手段の一端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第1のファイバアレイと、一端が前記光導波手段の他端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第2のファイバアレイと、を含む光スターカプラ。

【請求項2】光導波路と該光導波路の内部に設けられた透過光拡散部とから成る光導波手段と、一端が前記光導波手段の一端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第1のファイバアレイと、一端が前記光導波手段の他端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第2のファイバアレイと、を含む光スターカプラ。

【請求項3】前記光導波手段の少なくとも一方の端面に、光路を変換することによって前記透過光拡散部に光を導く光路変換手段を設けた請求項2記載の光スターカプラ。

【請求項4】前記光導波路が、スラブ型光導波路である請求項1～3のいずれか1項記載の光スターカプラ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スターカプラに係り、特に、光ファイバから伝送された信号光を分岐し、他の光ファイバに効率良く均等に光結合するための光スターカプラに関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】光スターカプラは、光ファイバを用いたネットワークシステムや装置、装置内のデータ伝送を光ファイバを用いて行う光インターフェクション等において、信号光を直接合流または分配するために使用されている。

【0003】本発明の基礎になった従来の光スターカプラ(特開平9-184941号公報)を図3を参照して説明する。この光スターカプラは、複数の光ファイバ21A～21Dの一端を束ねて固定し、この端面が平面になるように形成したバンドル部22と、バンドル部22の端面に当接させた光導波路から成るミキシング部23と、ミキシング部23の他方の端面に配備された光拡散反射手段24とで構成されている。

【0004】このミキシング部23は、屈折率が一様なコア部25とコア部25の周囲に形成されたコア部25より屈折率が小さいクラッド部26とからなる光導波路で構成されている。

【0005】この光スターカプラによれば、光ファイバ21Aからミキシング部23に入射した信号光は、ミキシング部23を伝播し、光拡散反射手段24によって反射及び拡散され、再びミキシング部23に入射される。ミキシング部23に再度入射された拡散信号光の一部

は、ミキシング部23のコア部25とクラッド部26との界面で全反射されながら伝播し、光ファイバ21A～21D側に戻る。各光ファイバのコア部に到達した光は、光ファイバ21A～21Dの各々を通過して射出される。

【0006】この光スターカプラでは、光拡散反射手段における反射光の拡散分布特性を予め定められた値にすると共に、ミキシング部の長さを充分長くすることにより、ミキシング部のどの位置から信号光が入射した場合でも、ミキシング部のバンドル部と接する端面全面に一様な光強度分布を与えることができ、これにより各光ファイバから出力される信号光強度のばらつき(分岐比)を小さくすることができる。

【0007】しかしながら、従来の光スターカプラでは、ミキシング部がバンドル部と接する端面全面に信号光が拡散されることから、信号光を伝送した光ファイバにも信号光が分配され、他の光ファイバへ分配される光量が少なくなるため光損失が発生する、という問題がある。例えば、図3に示すように、4本の光ファイバを当接した光スターカプラの場合には、光スターカプラに入射した信号光の約25%が信号光を伝送した光ファイバに入射されるので、約25%の光損失となる。

【0008】また、信号光を伝送した光ファイバに入射した信号光は、信号光を伝送した発光素子に戻り光として入射することになるため、戻り光が発光素子から出力される光の雑音成分を増加させ、伝送品質を低下させる、という問題が発生する。

【0009】本発明は上記従来の問題点を解消するためになされたもので、低光損失でかつ信号光を伝送した発光素子への戻り光を低減させた光スターカプラを提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1の発明は、光導波路と該光導波路の両端面に設けられた透過光拡散部とから成る光導波手段と、一端が前記光導波手段の一端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第1のファイバアレイと、一端が前記光導波手段の他端面に光学的に接続された複数の光ファイバから成る第2のファイバアレイと、を含んで構成したものである。

【0011】本発明の第1のファイバアレイの光ファイバから入射された信号光は、透過光拡散部を透過して拡散され、光導波路を伝播する。光導波路を伝播した拡散された信号光は、他の透過光拡散部を透過して再度拡散され、第2のファイバアレイの光ファイバから射出される。なお、第2のファイバアレイの光ファイバから信号光を入射した場合も、上記と同様に信号光が伝播して、第1のファイバアレイの光ファイバから射出される。

【0012】上記のように請求項1の発明では、信号光が一方のファイバアレイの光ファイバから他方のファイ

バアレイの光ファイバに伝播されて分配されるので、低光損失にせると共に信号光を伝送した発光素子への戻り光を低減させることができる。また、光導波手段の一方の端面の任意の位置から信号光が入射されたときに、対向する他方の端面全面において一様な光強度分布となるように、透過光拡散部の拡散分布特性及び光導波路の長さを調整することにより、分岐比を均一な小さな値にすることができる。

【0013】光導波路の両端面に設けた透過光拡散部の少なくとも一方は、請求項2の発明のように、光導波路の内部に設けることもできる。また、1つの透過光拡散部のみを光導波路の内部に設けてもよい。

【0014】透過光拡散部を光導波路の内部に設けた場合には、請求項3の発明のように、光導波手段の少なくとも一方の端面に、光路を変換することによって透過光拡散部に光を導く光路変換手段を設けると効果的である。

【0015】なお、光導波路としては、面に沿った方向に信号光を伝播するスラブ型光導波路の他各種の光導波路を用いることができる。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。第1の実施の形態は、4×4光スターカプラに本発明を適用したものである。図1に示すように、第1の実施の形態は、4本の光ファイバ1A～1Dの一端を1列に配列させて固定したファイバアレイ1を備えている。ファイバアレイ1の配列側端面は、透過光拡散部2に光学的に接続されている。透過光拡散部2は、屈折率が一様なコア部4とコア部4の周囲に形成されたコア部4より屈折率が小さいクラッド部5とから構成された矩形板状の光導波路3に光学的に接続されている。この光導波路3の他端部には、透過光拡散部2と同様の透過光拡散部6が光学的に接続されている。

【0017】そして、透過光拡散部6には、4本の光ファイバ7A～7Dの一端を1列に配列させて固定したファイバアレイ7の配列側端面が光学的に接続されている。

【0018】本実施の形態によれば、発光素子から光ファイバ1Aを介して伝送された信号光は、透過光拡散部2を透過して拡散され、光導波路3内に入射される。光導波路3内に入射された拡散信号光は、一部が光導波路3のコア部4とクラッド部5との界面で全反射されながら、信号光が入射された端面と対向する端面へと端面全面に略一様な光強度分布で伝播し、透過光拡散部6に入射される。

【0019】透過光拡散部6に入射された信号光は、透過光拡散部6を透過して拡散され、光ファイバ7A～7D側へ伝播される。各光ファイバ7A～7Dのコア部に到達した信号光は、各光ファイバ7A～7Dから射出さ

れる。光ファイバ1B～1Cのいずれかから信号光が入射された場合も同様に、各光ファイバ7A～7Dから射出される。

【0020】また、ファイバアレイ7側の各光ファイバから信号光が入射された場合も同様にして各光ファイバ1A～1Dから射出される。

【0021】従って、光スターカプラに入射した信号光は、信号光を伝送した光ファイバには入射されず、対向して配置された他の光ファイバの全てに分配されるので、光損失及び発光素子への戻り光を低減することができる。

【0022】本実施の形態では、光導波路のコア部4の幅とファイバアレイ1、7の端面の光ファイバ配列方向の長さ、及び光導波路のコア部4の厚さと光ファイバのコア径を略等しくすることにより、光導波路3とファイバアレイ1、7との間の接続損失を小さくできるので好ましい。また、光導波路3の一方の端面の任意の位置から信号光が入射した場合でも、光導波路3の対向する他方の端面全面において一様な光強度分布が得られるように、透過光拡散部2、6の拡散分布特性及び光導波路3の長さを調整することにより、分岐比を均一で小さな値にすることができます。

【0023】本実施の形態では、透過光拡散部を光導波路の両端面に設けた例について説明したが、透過光拡散部の一方または両方を光導波路の内部に設けてもよい。また、ファイバアレイは、光ファイバを1次元的に配列して構成したが、光ファイバを2次元的に配列したファイバアレイを用いてもよい。さらに、分配数として4×4の場合を示したがこれに限定されるものではなく、光ファイバの本数をn本とすることによりn×n（nは自然数）に分配することができる。

【0024】次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態は、2×4光スターカプラに本発明を適用したものである。本実施の形態は、図2に示すように、4本の光ファイバ17A～17Dの一端を1列に配列させて固定したファイバアレイ17を備えている。ファイバアレイ17の配列側端面は、光路変換手段14に光学的に接続されている。光路変換手段14は、平面形状が凸型の板状に形成され、屈折率が一様なコア部15とコア部15の周囲に形成されたコア部15より屈折率が小さいクラッド部16とから構成された光導波路12の幅広部分12Bに光学的に接続されている。この光導波路12の幅狭部分12Aの幅広部分12B側には、透過光拡散部13が設けられている。また、光導波路12の他端面には、2本の光ファイバ11A、11Bの一端を1列に配列させて固定したファイバアレイ11が光学的に接続されている。

【0025】光導波路の幅狭部分12Aの幅とファイバアレイ11の配列端面の列方向の長さ、及び光導波路の幅広部分12Bとファイバアレイ17の配列端面の列方

向の長さは、略等しく形成され、また光導波路のコア部15の厚さと光ファイバのコア径も略等しく形成されている。

【0026】上記光路変換手段14は、ファイバアレイ17の各光ファイバから出力された信号光を光導波路12内に設けられた透過光拡散部13へ導光する作用を有するものであり、プリズムアレイや透過光拡散部13上に焦点を持つレンズ等によって、または光導波路の幅広部分の端面をレンズ形状に加工すること等によって構成される。

【0027】本実施の形態によれば、発光素子から光ファイバ17Aを介して入射された信号光は、光路変換手段14により光路が変換されて光導波路12内に設けられた透過光拡散部13に向かって光導波路の幅広部分12B内を伝播する。透過光拡散部13に到達した信号光は、透過光拡散部13を透過して拡散され、光導波路の幅狭部分12A内に入射される。幅狭部分12A内に入射され拡散信号光は、一部が光導波路の幅狭部分12Aのコア部15とクラッド部16との界面で全反射されながら伝播し、光ファイバ11A, 11B方向へ伝播し、光ファイバ11A, 11Bから射出される。なお、光ファイバ17B～17Dのいずれかに入射された信号光も上記で説明したのと同様に伝播する。

【0028】このようにして、ファイバアレイ17の各光ファイバから入射された信号光は、全て光導波路の幅狭部分12A内へ拡散入射され、ファイバアレイ11と接する側の光導波路の端面全面に略一様な光強度分布で伝播される。光導波路の幅狭部分12Aの幅とファイバアレイ11の配列端面の列方向の長さが略等しいため、光導波路12とファイバアレイ11との接続損失は小さく、光損失を小さくすることができる。

【0029】また、透過光拡散部13の拡散特性と光導波路の幅狭部分12Aの長さは、第1の実施の形態と同様にファイバアレイ11と接する側の光導波路12の端面全面において一様な光強度分布が得られるように調整しておくことにより、小さな分岐比を得ることができる。

【0030】一方、ファイバアレイ11側から信号光を入射すると、ファイバアレイ11の各光ファイバから入射された信号光は、全て透過光拡散部13へ到達し、光導波路の幅広部分12B内へと拡散入射される。拡散されて光導波路の幅広部分12B内に入射された信号光は、光導波路の幅広部分12Bの幅とファイバアレイ1

7の配列端面の列方向の長さが略等しいため、光導波路12からファイバアレイ17へと小さな接続損失で結合される。

【0031】上記の第2の実施の形態では $2 \times 4$ の光スターカプラについて説明したが、本発明は分配数が $N \times M$ (N, Mは1以上の整数で $N \neq M$ )の光スターカプラにも適用することができ、このように構成した場合において、互いに接するファイバアレイの配列端面の列方向の長さと光導波路の幅を略等しくすることができるため、ファイバアレイと光導波路の接続損失が低減され、光損失を小さくすることができる。また、ファイバアレイは、光ファイバを1次元的に配列して構成したが、光ファイバを2次元的に配列したファイバアレイを用いてもよい。

【0032】また、上記第1及び第2の各実施の形態では、光導波路として板状の光導波路を用いた例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、円柱状、多角柱状、又は円筒状の光導波路を用いるようにもよい。この場合のファイバアレイの配列部の端面形状は、複数の光ファイバを用いて光導波路の端面形状に合わせた形状に形成すればよい。また、光導波路のクラッド部は、コア部に光を閉じ込める効果を有すれば良いので、金属膜や誘電体多層膜から成る反射面で構成してもよく、また光導波路を屈折率分布型の光導波路で構成してもよい。

【0033】  
【発明の効果】以上説明したように、請求項1～4の発明によれば、信号光が一方のファイバアレイの光ファイバから他方のファイバアレイの光ファイバに伝播されて分配されるので、低光損失でかつ信号光を伝送した発光素子への戻り光を低減させることができる、という効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の $4 \times 4$ 光スターカプラの平面図である。

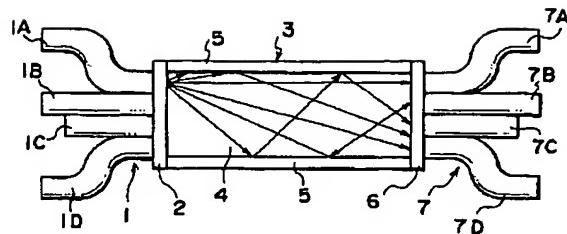
【図2】本発明の第2の実施の形態の $2 \times 4$ 光スターカプラの平面図である。

【図3】従来の光スターカプラの平面図である。

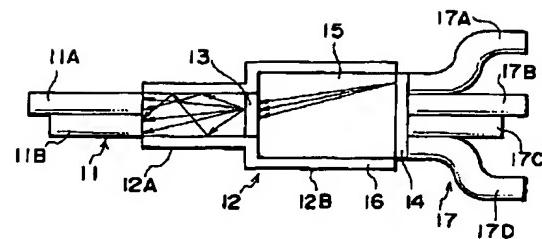
#### 【符号の説明】

- |    |                   |
|----|-------------------|
| 40 | 1、7、11、17 ファイバアレイ |
|    | 2、6、13 透過光拡散部     |
|    | 3、12 光導波路         |
|    | 14 光路変換手段         |

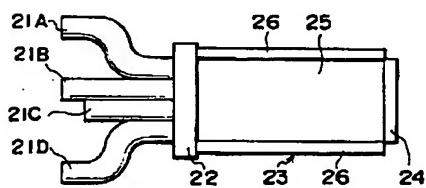
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 秀則

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 浜田 勉

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 高梨 紀

神奈川県足柄上郡中井町境430グリーンテ  
クなかい 富士ゼロックス株式会社内